第 44 卷 第 3 期
2001 年 8 月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol.44，No.3
Aug.，2001

温、湿度对美洲斑潜蝇发育、存活及食量的影响

郝树广，康 乐
（中国科学院动物研究所，农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室，北京 100080）

摘要：以花斑芸豆 *Phaseolus vulgaris* 为食料植物，在不同温、湿度组合下，观测了美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* 的发育、存活及取食特征。结果表明，卵、幼虫和蛹期的发育速率与温度的关系均呈 S 型曲线。发育起点温度为：卵，8.9℃；幼虫，10.1℃；蛹，9.6℃；整个未成熟期，9.5℃。有效积温为：卵，57.7 日•度；幼虫，53.9 日•度；蛹，151.9 日•度；整个未成熟期，264.2 日•度。湿度对发育速率的影响不明显。温度对存活的影响较大，当温度 > 34℃或 < 19℃时，各虫态的存活率都显著降低。湿度对存活率的影响主要发生在蛹期，当湿度低于 50% 时，蛹的羽化率显著降低。在高温、低湿的条件下，蛹不能羽化。在相对低温下的累计取食面积大于高温时的相应值，在 25℃时达到 1.6 cm^2，而在 28℃及以上温度时取食面积只有 0.9 cm^2 左右。

关键词：美洲斑潜蝇；温、湿度；发育；存活；取食
中图分类号：Q968.1 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296（2001）03-0332-05

美洲斑潜蝇 *Liriomyza sativae* 是一种世界性害虫。其寄主广泛，但就经济重要性来说，主要危害蔬菜和观赏植物，以幼虫潜食寄主叶片，造成植物光合效率和生活力降低[1,2]。我国自 1993 年在海南省首次发现美洲斑潜蝇以来，其扩散迅速，目前在全国 20 几个省（区）市均见分布，且发生与危害严重，给我国的蔬菜和花卉生产造成巨大的经济损失[1,3]。从历史上看，该虫侵入我国的时间较短，对其研究和综合治理工作尚处于起步阶段，在技术和理论上的研究积累与国际水平有较大的差距[3~5]。对其生物学、生态学特性的了解是进行种群预测和防治决策的前提。由于寄主和栽培条件的差异，国外的研究结果也不尽适宜于我国应用。我们以花斑芸豆 *Phaseolus vulgaris* 作为食料植物，研究了温、湿度对美洲斑潜蝇发育、存活和取食特性的影响，为建立适合我国国情的管理技术积累资料。

1 材料与方法

1.1 实验虫源

1997 年夏季在北京市郊区采集带虫的黄瓜叶片，带回室内用花斑芸豆苗饲养，经严格鉴定并繁殖、纯化多代后用作实验虫源。

基金项目：国家“九五”科技攻关（96-005-01-12-03）和中国科学院重大项目（K2951-B1-106-2）
收稿日期：2000-04-13；接受日期：2000-12-07

1.2 食料植物

花斑芸豆栽于直径 15 cm、高 20 cm 的塑料花盆中，每盆 3 株。在温度为 25 ℃、光周期为 14 L∶10 D、光强度为 6 000 lx、相对湿度（RH）> 60% 的光照培养箱中培养[6]。在真叶全部展开 10 天后，面积达 30 cm^2 左右时去掉复叶，用于接卵。

1.3 实验处理

接卵箱为 40 cm × 40 cm × 40 cm，用 200 目纱网围成。每次接卵时，放入羽化后 1 天的美洲斑潜蝇成虫 100 头（雌∶雄 = 1∶1），每箱放 6 盆豆苗，产卵 6 h（9：00 ~ 15：00）后取出，移至不同温、湿度组合条件下培养；每 12 h 观察记录一次叶片上的幼虫虫道数、幼虫数、化蛹数、成虫羽化数。温度梯度为 13、16、19、22、25、28、31 和 34℃，误差 ± 0.5℃；湿度分 RH < 50% 和 RH > 60% 二组；光周期为 14 L∶10 D 。当幼虫化蛹后，分别在 25、28、31 和 34℃下，用叶面积仪测定单头幼虫潜道的面积。

1.4 数据处理

发育起点温度和有效积温：统计出各处理组的平均历期后，估测有效积温和发育起点温度的理论值。$K = N(T - C)$，$V = 1/N$，$C = (\sum V^2 \sum T - \sum V \sum VT)/(N \sum V^2 - (\sum V)^2)$，$K = (N \sum VT - \sum V \sum T)/[N \sum V^2 - (\sum V)^2]$。$K$ 为有效积温；C 为发育起点温度；T 为处理温度；V 为发育速率；N 为发育历期。

发育速率：拟合 Logistic 曲线。$V = K_0 / [1 + exp(a - rT)]$。$V$ 为发育速率；K_0 为最大发育速率；T 为处理温度；r、a 为模型参数。

2 结果与分析

2.1 温、湿度对美洲斑潜蝇发育的影响

温度对美洲斑潜蝇发育历期的影响显著，各虫态的发育历期都随温度的增加而递减。湿度对发育历期的作用不明显，在 25℃、28℃、31℃和 34℃时，RH < 50% 和 RH > 60% 的处理间没有差别。各虫态的发育速率与温度的关系模型、发育起点温度和有效积温见表 1 和图 1。

表 1　美洲斑潜蝇各虫态发育速率与温度的关系模型、发育起点温度和有效积温（RH > 60%）

Table 1　Developmental model of *L. sativae* at tested temperatures, its lower threshold temperature (LTT) and effective accumulated degree-days (*K*) (RH > 60%)

虫态 Stage	模型 Model	发育起点温度(℃) LTT	有效积温(日•度) *K* (DD)
卵 egg	$V = 0.4699/[1 + \exp(3.8873 - 0.1475t)]$	8.9	57.7
幼虫 larvae	$V = 0.4213/[1 + \exp(5.1005 - 0.2474t)]$	10.1	53.9
蛹 pupae	$V = 0.1603/[1 + \exp(4.4624 - 0.2080t)]$	9.6	151.9
未成熟期 immature stage	$V = 0.0928/[1 + \exp(4.4288 - 0.2064t)]$	9.5	264.2

2.2 温、湿度对美洲斑潜蝇存活的影响

图 2 表明，在试验的温、湿度组合下，幼虫存活率的变化不大；卵对温度的反应敏感，在

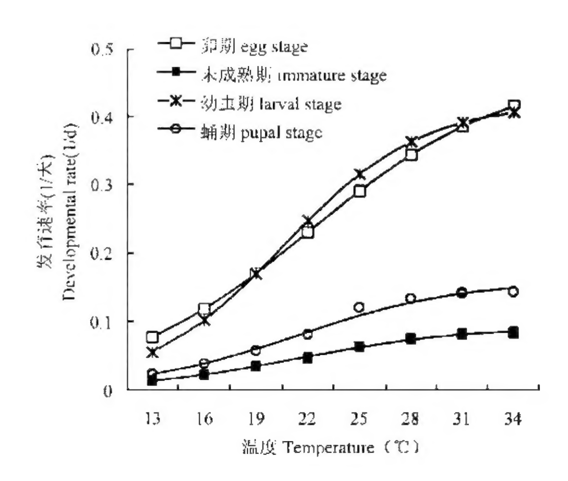


图1 美洲斑潜蝇发育速率与温度关系的模拟

Fig. 1 A simulation of the relationship between developmental rate of *L. sativae* and temperatures

相同的接卵条件时，< 19℃处理组合中记录到的幼虫数较少，表明卵在低温下的孵化率较低，卵对湿度的反应不敏感；蛹对温、湿度的反应敏感，当温度 > 31℃或 < 19℃时，羽化率显著降低，在34℃、RH < 50%时蛹不能羽化，在其它低湿条件下，羽化率也较低，只能达到高湿条件下的一半。这可能是由于卵和幼虫都生活在叶片表皮内，受叶片组织的保护，外界湿度的作用被隔离。而蛹期生活在叶片组织外，环境湿度才能发生作用。全生育期的存活率受蛹期的影响最大，变动规律与蛹的趋势一致。在高湿环境中，13℃时羽化率为26.1%，25℃时为80.7%，34℃时为49.1%，在低湿环境中，25℃时羽化率为45.2%、34℃时为0。

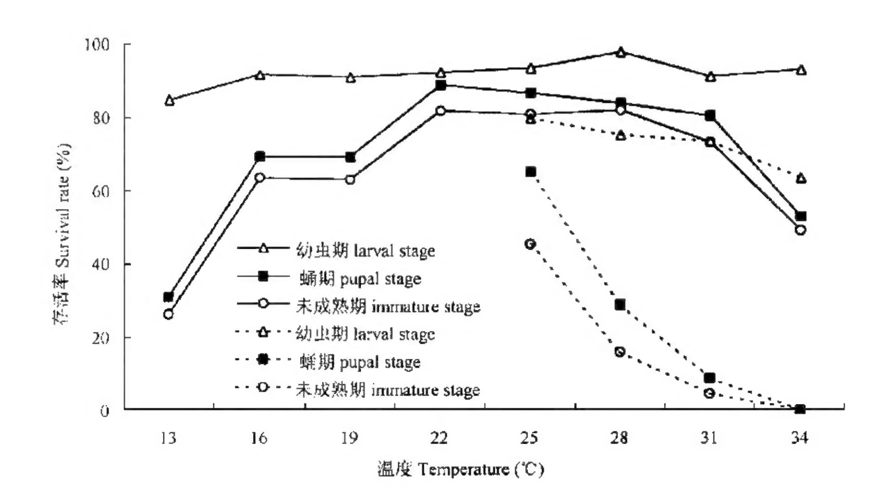


图2 不同温、湿度条件下美洲斑潜蝇的存活率

Fig. 2 Survival rate of *L. sativae* at different temperatures and relative humidities

--------RH < 50% ——RH > 50%

2.3 温度对幼虫取食量的影响

在25℃下，幼虫的取食量比在其它3种温度下显著增加，达到1.6 cm^2；其它3种温度间的取食量差异不明显，只有0.9 cm^2 左右（图3）。说明相对较低的温度可能会延长幼虫的发育历期，增加幼虫的取食量。实验过程中也观察到，在低温条件下发育形成的蛹，其体长和鲜重均较在高温环境中发育形成的蛹有所增加。

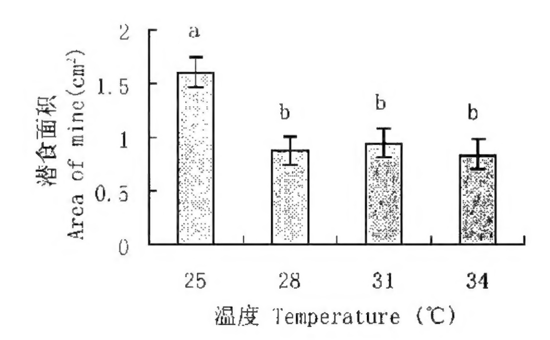


图 3　温度对美洲斑潜蝇幼虫取食量的影响

Fig. 3　Leaf area mined by larva of *L. sativae* at different temperatures

不相同字母者表示处理间的差异显著

Different letters indicate significant difference between treatments

3　讨论

我们的实验结果与国际上的报道相似[3~5]，蛹期的存活率受湿度的影响较大。在 RH < 70% 时，随着湿度的降低，羽化率也显著下降。而当 RH 在 70% ~ 95% 时，与存活率的相关性不显著。幼虫期的取食潜道面积，在正常温度范围内为 1 cm^2。其它多食性斑潜蝇在发育、存活和取食方面也有相似的表现[7]。我们的实验结果表明：美洲斑潜蝇的发育主要受温度的影响，而存活却受到温、湿度的综合作用。温、湿度的综合作用对存活的影响比单一因子更为明显，高温、低湿将使蛹不能羽化。在实验中发现当温度低于 16℃时，相同的接卵过程，观测到的幼虫数很少，说明低温影响到卵的孵化。在低温下的取食量要大于高温下的取食量，在 25℃时就达到 1.6 cm^2。这一结果对于美洲斑潜蝇的饲养、寄生蜂的繁殖和确定最佳接卵密度有重要意义。

参　考　文　献（References）

[1]　康　乐. 美洲斑潜蝇的生态学与持续控制. 北京：科学出版社，1996

[2]　Parrela M P. Biology of *Liriomyza*. Ann. Rev. Entomol., 1987, 32: 201 ~ 224

[3]　Petitt F L, Allen J C, Barfield C S. Degree-day model for vegetable leafminer (Diptera: Agromyzidae) phenology. Environ. Entomol., 1991, 20 (4): 1 134 ~ 1 140

[4]　Petitt F L, Wietlisbach D O. Laboratory rearing and life history of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on lima bean. Environ. Entomol., 1994, 23 (6): 1 416 ~ 1 421

[5]　Patrck P, Dusky J A, Waddill V H. Biological studies of *Liromyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on caster bean. Environ. Entomol., 1989, 18 (5): 768 ~ 772

[6]　曾宏艳，郝树广，康　乐. 美洲斑潜蝇实验种群的饲养技术. 昆虫知识，1999, 36 (5): 292 ~ 296

[7]　Leibee G L. Influence of temperature on development and fecundity of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in celery. Environ. Entomol., 1984, 13 (2): 497 ~ 501

Effects of temperature and relative humidity on development, survivorship and food intake of *Liriomyza sativae*

HAO Shu-guang, KANG Le

(State Key Laboratory of Intergrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: Using the string bean, *Phaseolus vulgaris*, as the food plant, the effects of temperature and relative humidity (RH) on development, survivorship and food intake of the vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard, were studied. The results indicated a relationship of logistic curves between the developmental rate and the temperatures tested. The lower temperature threshold for development of the egg, larva, pupa and immature stage was estimated at 8.9℃, 10.1℃, 9.6℃ and 9.5℃ respectively, and the corresponding effective accumulated degree-day required for these stages were 57.7 DD, 53.9 DD, 151.9 DD and 264.2 DD. Effect of RH on development was little. When the temperature was > 34℃ or < 19℃, the survival rate of each stage decreased. The humidity mainly affected the survival of pupae. In RH < 50%, the adult emergence rate declined obviously. Under conditions of higher temperature and lower humidity, pupae could not survive. The area of leave mined by the larvae at lower temperature was greater than at higher temperature, and the area was about 1.6 cm^2 at 25℃, while it was about 0.9 cm^2 at 28 ~ 34℃.

Key words: *Liriomyza sativae*; temperature and humidity; development; survival; food intake